



Трухина Г.М.¹, Борисова Н.А.¹, Микаилова О.М.², Дрозд Н.А.³

Оценка с микробиологических позиций эффективности способов охлаждения и замораживания готовой продукции для бортового питания

¹ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Мытищи, Россия;

²Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Московской области, 141014, Мытищи, Россия;

³ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области», 141014, Мытищи, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Обеспечение качества и безопасности бортового питания является одной из важнейших задач по защите здоровья лётного состава и авиапассажиров. Её решение основывается в том числе на выявлении опасных факторов или условий, способствующих их формированию, в процессе технологического цикла изготовления, доставки готового продукта на борт воздушного судна и хранения в условиях полёта.

Цель исследования — изучение условий безопасного в микробиологическом отношении хранения готовых блюд бортового питания при производстве и в условиях длительных авиаперелётов.

Материалы и методы. Проведены микробиологические исследования 24 образцов порционных блюд: бифштекса из говядины, шницеля куриного рубленого и рыбы (минтая) припущенной от партий продукции, приготовленной по технико-технологическим картам в цехе бортового питания и предназначенной для бортового питания авиапассажиров. Охлаждение продукции после тепловой обработки осуществлялось до температуры плюс 4 °С, замораживание — при температуре минус 18 °С использованием двух способов: путём закладки готовой продукции в холодильную и морозильную камеры непосредственно после окончания тепловой обработки и порционирования либо после предварительного охлаждения блюд при комнатной температуре до плюс 20 °С и при скорости движения воздуха 1–2 м/с в течение 1–3 ч. Подготовка проб осуществлялась в соответствии с ГОСТ 26669–85. Определение мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий группы кишечных палочек (колиформы) (БГКП), *E. coli*, *S. aureus*, сульфитредуцирующих клостридий, бактерий рода *Enterococcus*, бактерий рода *Proteus*, плесневых грибов и дрожжей, патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл и *Listeria monocytogenes*, осуществлялось методами, предусмотренными действующими методическими документами.

Результаты. Установлено, что продолжительность процесса охлаждения до температуры плюс 4 °С после тепловой обработки продукции в условиях холодильника с температурой внутри холодильной камеры плюс 2 °С находилась в прямой зависимости от времени предварительного охлаждения на воздухе. Микробиологические показатели безопасности рыбной и мясной продукции независимо от способа и времени охлаждения до температуры плюс 4 °С оставались на уровне нормативных требований ТР ТС 021/2011. Анализ абсолютного темпа прироста количества мезофильных и факультативно-анаэробных микроорганизмов показал, что процесс размножения остаточной микрофлоры в шницеле курином рубленом и рыбе (минтае) припущенной протекает в естественных условиях в 4,3 раза активнее, чем в бифштексе из говядины, что позволило ограничить время охлаждения продукции при температуре плюс 20 °С до двух часов для последующего порционирования. Микробиологические исследования замороженной продукции по истечении 90 сут хранения при температуре минус 18 °С свидетельствовали о соответствии показателей безопасности установленным требованиям и возможности использования продукции в условиях длительных полётов при соблюдении режима холодильного хранения на борту самолёта.

Ограничения исследования. В данной статье мы ограничились изучением санитарно-микробиологических показателей безопасности продукции при разных методах её охлаждения и замораживания. Определение качества продукции будет следующим этапом исследования.

Заключение. Период охлаждения на воздухе при температуре плюс 20 °С после тепловой обработки мясной и рыбной продукции не должен превышать двух часов, в течение этого времени продукция соответствует нормативным требованиям ТР ТС 021/2011. Метод замораживания продукции до температуры минус 18 °С после охлаждения до плюс 4 °С является безопасным по микробиологическим показателям и может быть рекомендован при соблюдении установленных сроков годности и условий хранения к использованию в технологии производства порционных блюд для питания пассажиров во время длительных полётов воздушного судна.

Ключевые слова: порционные блюда бортового питания; методы охлаждения и замораживания; показатели микробиологической безопасности пищевой продукции

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Трухина Г.М., Борисова Н.А., Микаилова О.М., Дрозд Н.А. Оценка с микробиологических позиций эффективности способов охлаждения и замораживания готовой продукции для бортового питания. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(12): 1514–1520. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-12-1514-1520> <https://elibrary.ru/vbgdqj>

Для корреспонденции: Трухина Галина Михайловна, e-mail: trukhina@list.ru

Участие авторов: Трухина Г.М. — разработка дизайна исследования, анализ полученных данных, подготовка текста рукописи, редактирование; Борисова Н.А. — разработка дизайна исследования, получение данных, подготовка текста рукописи; Микаилова О.М. — анализ полученных данных, подготовка текста рукописи, редактирование текста рукописи; Дрозд Н.А. — получение и анализ данных, подготовка текста рукописи. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки

Поступила: 08.11.2024 / Принята: 03.12.2024 / Опубликовано: 28.12.2024

Galina M. Trukhina¹, Natalya A. Borisova¹, Olga M. Mikailova², Nikolay A. Drozd³

Evaluation of the efficiency of methods of cooling and freezing finished products for in-flight catering from a microbiological standpoints

¹Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation;

²Office of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation;

³Center for Hygiene and Epidemiology in the Moscow Region, Mytishchi, 141014, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The quality and safety of on-board catering in the catering system being one of the most important areas of the state's activities to ensure the health of flight personnel and air passengers is based on the identification of dangerous factors or conditions that cause them, during technological preparation, delivery of the finished product on board the aircraft and in flight conditions.

The purpose of study is studying the conditions for safe storage of ready-made on-board meals in epidemiological terms during production and in conditions of long air travel.

Materials and methods. Microbiological studies were carried out on 24 portion dishes of beef steak, chopped chicken schnitzel and pollock fish from batches of products prepared according to technical and technological maps in the on-board food workshop of AEROMAR JSC and intended as on-board food for air passengers. Cooling of the products after heat treatment was carried out to +4°C and –18°C using the following methods: immediately after the preparation of the products; products that have previously passed the cooling stage under natural conditions at an air temperature of +20°C and a speed of 1–2 m/s for 1 to 3 hours. Food samples were prepared in accordance with GOST 26669–85. Determination of mesophilic aerobic and facultatively anaerobic microorganisms (QMAFAnM), *E. coli* bacteria (coliforms), *E. coli*, *S. aureus*, sulfite-reducing clostridia, *Enterococcus*, *Proteus*, mold, yeast, pathogens, including salmonella and *Listeria monocytogenes*, were carried out by methods provided for by the current methodological documents.

Results. The duration of the cooling process up to +4°C after heat treatment of the product in a refrigerator at a temperature of +5°C was found to be directly dependent on the time of pre-cooling in air in natural conditions. The safety of fish and meat products in terms of microbiological indices, regardless of the method and time of cooling to +4°C, remained at the level of the regulatory requirements of TR CU 021/2011. An analysis of the absolute rate of the increase in the number of mesophilic and facultative anaerobic microorganisms showed that the process of reproduction of residual microflora and chopped chicken schnitzel and pollock fish under natural conditions proceeds more actively than in beef steak, which made it possible to limit the cooling time of products under natural conditions to 2 hours for subsequent portioning. Microbiological studies of frozen products after 90 days of storage at minus 18°C testified to its safety for nutrition and the possibility of use in long-term flight conditions while observing the cold regime on board the aircraft.

Limitations. In this article, we limited ourselves to studying the safety of methods of cooling and freezing products using a wide range of sanitary and microbiological indices, the state of product quality is a further stage of research.

Conclusion. The time of natural air cooling after heat treatment of meat and fish products should not exceed 2 hours, during which the products comply with the regulatory requirements of the TR CU 021/2011 and SP 2.3./2.4. 3590–20. The method of freezing products at –18°C in terms of microbiological indices is safe and can be recommended for feeding passengers under conditions of a long flight of an aircraft, subject to storage times.

Keywords: portion meals; cooling and freezing methods; microbiological safety indices

Compliance with ethical standards. The study does not require the submission of a biomedical ethics committee opinion or other documents.

For citation: Trukhina G.M., Borisova N.A., Mikailova O.M., Drozd N.A. Evaluation of the efficiency of methods of cooling and freezing finished products for in-flight catering from a microbiological standpoint. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2024; 103(12): 1514–1520. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-12-1514-1520> <https://elibrary.ru/vbgdqj> (In Russ.)

For correspondence: Galina M. Trukhina, e-mail: trukhina@list.ru

Contribution: Trukhina G.M. — study design, analysis of the obtained data, preparation of the manuscript text, editing; Borisova N.A. — study design, data acquisition, manuscript text preparation; Mikailova O.M. — analysis of the obtained data, preparation of the manuscript text, editing of the manuscript text; Drozd N.A. — data acquisition and analysis, manuscript text preparation. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: November 8, 2024 / Accepted: December 3, 2024 / Published: December 28, 2024

Введение

Обеспечение качества и безопасности бортового питания является одной из важнейших задач по защите здоровья лёгкого состава и авиапассажиров. Её решение основывается в том числе на выявлении опасных факторов или условий, способствующих их формированию, в процессе технологического цикла изготовления, доставки готового продукта на борт воздушного судна и хранения в условиях полёта [1, 2].

Нарушения санитарно-эпидемиологического режима на производстве, технологических процессов, отсутствие должного производственного контроля на этапах изготовления и оборота пищевых продуктов, вовлечение в производство и оборот пищевых продуктов лиц без соответствующей гигиенической и зачастую профессиональной подготовки создают условия для приобретения пищевыми продуктами свойств, опасных для здоровья человека и не позволяющих использовать продукт по его прямому назначению [3].

Работа крупных российских предприятий (цехов) по производству и поставкам бортового питания, работающих круглосуточно и обслуживающих значительное количество авиакомпаний, включая иностранные (в том числе стран СНГ), требует научно обоснованной систематизации гигиенических мероприятий по обеспечению стандартов безопасности продуктов бортового питания на этапах технологического цикла изготовления, хранения, транспортировки на борт самолёта, хранения в условиях полёта, подготовки и раздачи пассажирам и членам экипажа [4–7].

Высококачественное питание для пассажиров и экипажей воздушных судов, индивидуальный подход к вкусовым предпочтениям клиентов являются предметами заботы фабрик (цехов) бортового питания. Сложность производства бортового питания связана с увеличивающимся числом рейсов, нестабильностью пассажиропотока, широким диапазоном специальных диет, этическими и религиозными требованиями пассажиров к питанию [8–11].

На территории Российской Федерации контроль качества и безопасности бортового питания пассажиров и членов экипажа воздушных судов, в том числе организация производственного контроля и государственного санитарно-эпидемиологического надзора в процессе производства и реализации, включены в руководящие, распорядительные и методические документы [12, 13].

Инструментом управления безопасностью питания повсеместно является концепция НАССР — система анализа опасности по критическим контрольным точкам, которая предусматривает систематическую идентификацию, оценку и управление опасными факторами, существенно влияющими на безопасность продукции. Она ориентирует персонал на системное определение и выполнение предупреждающих мероприятий. В России система НАССР официально была внедрена в 2001 г. [14]. Система адаптирована к требованиям предприятий общественного питания и состоит из стандартных рабочих процедур, определяющих требования к каждому технологическому этапу при производстве бортового питания, и методик мониторинга, то есть наблюдения (контроля) за всеми потенциально опасными факторами на всех этапах производства, что позволяет обеспечить необходимый уровень безопасности и защиты интересов пассажиров при пользовании услугами воздушного транспорта, исключить возможное вредное влияние бортового питания на здоровье пассажиров и членов экипажа воздушного судна [15–17].

Угроза выпуска некачественного или опасного для здоровья продукта может быть связана как с недостаточной и неполноценной работой коллектива в целом, так и с непрофессиональным поведением какого-либо одного работника. Поэтому в системе охраны здоровья потребителей от некачественной и опасной для здоровья пищи особое значение придаётся профессиональной гигиенической подготовке работников предприятий пищевой промышленности и общественного питания независимо от того, на каком участке трудится тот или иной специалист [18–20].

Принципы НАССР основываются на постоянном мониторинге и превентивной оценке рисков, разработке и внедрении мер профилактики, оперативной реакции на возможные проблемы и анализе эффективности механизмов профилактики [21]. При этом немаловажное значение имеет принцип научного обоснования, который базируется на анализе данных и научных фактах, помогает минимизировать риски для потребителей, производителей и окружающей среды и обеспечивает доверие к продуктам питания со стороны потребителей [22].

Наиболее важной проблемой обеспечения качества питания является соблюдение холодового режима на этапах приготовления пищи и хранения на борту воздушного судна. Воздействие холода на микроорганизмы в продуктах вызывает снижение активности их ферментов и усвоения питательных веществ из субстрата, что приводит к замедлению или прекращению процессов размножения и роста. Для охлаждения пищевых продуктов на борту самолёта в основном используется сухой лёд (CO_2 в твёрдом виде) или переохлаждённый воздух, который подаётся либо в контейнер, либо распределяется вокруг контейнера с продуктами [23–25].

В соответствии с п. 7.2.3 СанПиН 2.3/2.4.3590–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения» пищевая продукция, в том числе после тепловой обработки, перед началом порционирования должна охлаждаться до температуры не менее плюс 1 °С и не более плюс 5 °С. Время охлаждения не должно превышать четырёх часов. Способы охлаждения готовой продукции не регламентированы, что остаётся важной проблемой для научного изучения и накопления доказательной базы о способах охлаждения продукции после тепловой обработки, обеспечивающих её безопасность и возможность практического использования в цехе бортового питания.

Цель исследования — изучение условий безопасного в микробиологическом отношении хранения готовых блюд бортового питания при производстве и в условиях длительных авиаперелётов.

Материалы и методы

Для реализации цели разработана процедура модельных исследований продукции бортового питания после тепловой обработки, включающая способ охлаждения до температуры плюс 4 °С и замораживания до минус 18 °С в следующих вариантах: путём закладки готовой продукции в холодильную и морозильную камеры непосредственно после окончания тепловой обработки и после предварительного охлаждения блюд при температуре плюс 20 °С и скорости движения воздуха 1–2 м/с в течение 1–3 ч. Комплексирование усилий цеха бортового питания и отдела микробиологических методов исследования окружающей среды ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, имеющего аккредитацию в этой области исследований, позволило подойти к решению данной задачи.

В цехе бортового питания были приготовлены по технико-технологическим картам партии мясной и рыбной продукции — блюд бортового питания для различных авиакомпаний, произведён отбор 24 проб. Объектами микробиологических исследований были образцы следующих блюд:

- бифштекс из говядины (вырезка говяжья жареная, без крови). Порция вырезки 60 г жарилась на гриле на хорошо разогретом масле с двух сторон до готовности и образования полосок от гриля. Температура внутри изделия измерялась специальным шупом (плюс 77 °С, термометр цифровой HI 145-00, HANNA Instruments, Германия);
- шницель рубленый из курицы. Подготовленные полуфабрикаты куриного шницеля раскладывали на противень, смазанный растительным маслом, затем сбрызгивали оставшейся частью растительного масла и запекали в разогретом пароконвектомате при температуре плюс 100 °С и влажности 90% в течение 20 мин. Далее запекали при температуре плюс 160 °С и влажности 90%. Температура внутри готового шницеля рубленого составляла плюс 85 °С;
- рыба минтай припущенная. Подготовленное филе минтая нарезали на порционные куски, посыпали солью, перцем и укладывали в лотки. Готовили на пару в предварительно разогретом пароконвектомате при температуре плюс 100 °С и влажности 100%. Температура внутри готовой рыбы составила плюс 77 °С.

Готовую продукцию выкладывали в касалетки (алюминиевый пищевой контейнер с внутренним антипригарным покрытием) и закрывали крышкой. Дальнейшая программа охлаждения продукции до температуры плюс 4 °С и изучение микробиологической безопасности предусматривали восемь моделей исследований.

Касалетку № 1 с продукцией сразу после приготовления помещали в холодильник с температурой в камере плюс 2 °С.

Касалетку № 2 с продукцией охлаждали на столе в течение одного часа при температуре воздуха плюс 20 °С (температуру окружающей среды измеряли при помощи метеометра МЭС-200А) и затем помещали в холодильник с температурой в камере плюс 2 °С.

Касалетку № 3 с продукцией охлаждали на столе в течение двух часов и затем помещали в холодильник с температурой в камере плюс 2 °С.

Касалетку № 4 охлаждали на столе в течение трёх часов и помещали в холодильник с температурой в камере плюс 2 °С до достижения температуры плюс 4 °С. Каждый час температуру внутри продукта измеряли шупом.

Первую часть (четыре модельных варианта продукции) по достижении температуры плюс 4 °С внутри продукта перед отправкой в цех порционирования подвергали исследованию по микробиологическим показателям безопасности.

Вторую часть (четыре модельных варианта касалеток № 1–4) по достижении температуры плюс 4 °С внутри продукта помещали в морозильную камеру при температуре минус 18 °С на 90 сут (максимально допустимый срок хранения продукции бортового питания). Микробиологические исследования всех порций замороженной продукции проводили после 90 сут хранения продукции.

Динамика снижения температуры готовой продукции в условиях охлаждения

Trend in finished product temperature decrease under cooling conditions

Продукт Product	№ пробы модельного варианта Sample model version No	Длительность охлаждения на воздухе, ч Natural cooling time, h	Время, ч : мин / Time (h : min)					
			окончания приготовления preparation end	охлаждения продукции product cooling				
				10:15	11:15	12:15	13:15	14:15
			Температура, °C / Temperature, °C					
			готовой продукции Finished product	внутри продукта / inside the product				
Бифштекс из говядины, температура внутри продукта Beef steak, temperature inside the product	1	0 (без охлаждения) (without cooling in air)	71	11.0	4.0	—	—	—
	2	1	71	28.0	7.0	3.7	—	—
	3	2	71	28.0	22.0	6.5	3.5	—
	4	3	71	28.0	22.0	19.7	4.2	3.2
Шницель куриный рубленый Chopped chicken schnitzel	1	0	85	13.0	4.0	—	—	—
	2	1	85	35.0	8.0	4.1	—	—
	3	2	85	35.0	24.0	8.4	3.7	—
	4	3	85	35.0	24.0	21.9	5.3	4.0
Рыба припущенная Fish allowed	1	0	77	12.0	3.0	—	—	—
	2	1	77	27.0	5.0	3.1	—	—
	3	2	77	27.0	20.0	4.3	2.8	—
	4	3	77	27.0	20.0	15.5	4.1	3.5

Отбор проб для микробиологических исследований осуществляли в соответствии с ГОСТ ISO/TS 17728–2017 «Микробиология пищевой цепи. Методы отбора проб пищевой продукции и кормов для микробиологического анализа». Отобранные пробы маркировали, пломбировали и опечатывали печатью цеха бортового питания и доставляли в лабораторию. Пробы охлаждённых продуктов транспортировали с соблюдением необходимых требований: в изотермических ёмкостях (с хладоэлементами) при температуре плюс 4 °С в течение одного часа. Пробы замороженных продуктов укладывали в изотермические ёмкости (с хладоэлементами), обеспечивающие сохранение проб в замороженном состоянии при температуре, не превышающей минус 18 °С. Подготовку проб продукции осуществляли в соответствии с ГОСТ 26669–85 «Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов».

Упаковку с пробой обрабатывали путём протирания поверхности 70%-м этиловым спиртом. Спирт удаляли свободным испарением. Затем упаковку вскрывали и отбирали массу продукта, необходимую для приготовления одной или нескольких навесок. Вскрытие упаковок с пробой продукта проводили в условиях асептики в боксе микробиологической безопасности. Подготовленные навески продукта гомогенизировали и немедленно высевали в питательные среды или переносили в пептонно-солевой раствор для приготовления разведения. Навеску продукта отбирали так, чтобы в ней были представлены все его компоненты и в том же соотношении, что и в анализируемой пробе. Интервал между приготовлением навесок продукта, разведений и посева в питательные среды не превышал 30 мин.

Пробы с замороженным продуктом перед приготовлением размораживали при температуре плюс 4 (± 2) °С. Навеску для исследования отбирали непосредственно после размораживания.

В пробах исследуемых продуктов определяли методами, предусмотренными действующими методическими документами, следующие показатели: мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (КМАФАнМ), бактерии группы кишечных палочек (колиформы) (БГКП), *E. coli*, *S. aureus*, сульфитредуцирующие клостридии, бакте-

рии рода *Enterococcus*, бактерии рода *Proteus*, плесени, дрожжи, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы и *Listeria monocytogenes*.

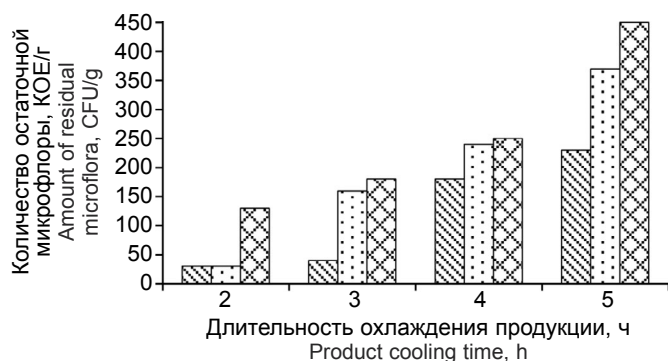
Результаты

Данные измерения температуры на этапах приготовления и охлаждения продукции представлены в таблице.

В условиях холодильника при температуре плюс 2 °С внутри порции бифштекса из говядины, шницеля куриного рубленого и рыбы припущенной в модельном варианте № 1 температура достигала нормативных требований плюс 4 °С через 2 ч; при модельном варианте № 2 — через 3 ч; при модельном варианте № 3 — через 4 ч; при модельном варианте № 4 — через 5 ч.

Увеличение времени охлаждения продукта в естественных условиях приводило к увеличению времени снижения температуры внутри продукта до плюс 4 °С. Охлаждение продукции после приготовления сразу в холодильнике (плюс 5 °С) обеспечивало снижение температуры внутри порции бифштекса из говядины на 60 °С, в шницеле курином рубленом — на 72 °С и в минтае припущенном — на 65 °С. Охлаждение готовой продукции в течение одного часа на воздухе в естественных условиях приводило к снижению температуры внутри порции бифштекса из говядины на 43 °С, в шницеле курином рубленом и в рыбе припущенной — на 50 °С. Скорость охлаждения продукции на воздухе меньше по сравнению со скоростью охлаждения продукции в морозильной камере.

Микробиологические показатели безопасности охлаждённых продуктов: бифштекса из говядины, шницеля куриного рубленого и рыбы (минтае) припущенной на момент охлаждения до температуры плюс 4 °С соответствовали нормативным требованиям ТР ТС 021/2011. Не были обнаружены бактерии группы кишечной палочки (БГКП), *E. coli*, энтерококки, *S. aureus*, сульфитредуцирующие клостридии, бактерии рода *Proteus* и патогенные микроорганизмы *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*. Вместе с тем сравнительный анализ безопасности продуктов можно было провести по остаточной микрофлоре с помощью



Бифштекс из говядины, КМАФАНМ / Beef steak, QMAFANM
 Шницель куриный, КМАФАНМ / Chicken schnitzel, QMAFANM
 Рыба припущенная, КМАФАНМ / Common fish, QMAFANM

Рис. 1. Динамика изменения остаточной микрофлоры в зависимости от времени охлаждения продукции.

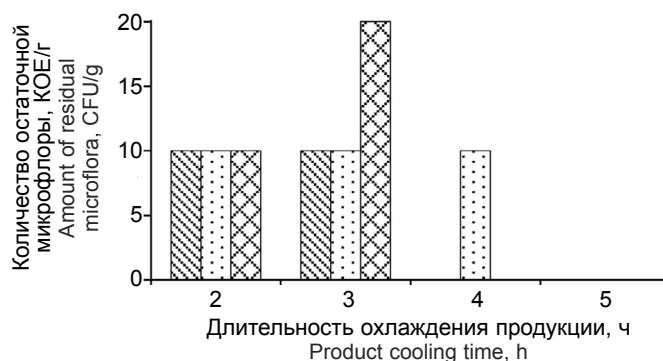
Fig. 1. Trend in the change in residual microflora as a function of product cooling time.

критериального показателя — количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАНМ). В исследуемых продуктах содержание этих микроорганизмов не превышало нормативных требований, однако были обнаружены некоторые особенности размножения микрофлоры (рис. 1).

В порции бифштекса из говядины, достигшей охлаждения до плюс 4 °С за разное время, выявлена прямая зависимость нарастания КМАФАНМ от продолжительности охлаждения продукции на воздухе. При увеличении времени охлаждения до трёх часов количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов увеличивалось на 25%, до четырёх часов — на 83,34%, до пяти часов — на 98,7% по сравнению с величиной КМАФАНМ, определённой при охлаждении в первые два часа. Абсолютный темп прироста остаточной микрофлоры составил +10; +150; +200 КОЕ/г соответственно.

В порции шницеля куриного, охлаждённого в течение трёх часов, количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов увеличивалось на 81,3%, в течение четырёх часов — на 87,5%, при увеличении времени охлаждения до пяти часов — на 91,9% по сравнению с КМАФАНМ, определённым при охлаждении в первые два часа. Абсолютный темп прироста КМАФАНМ в шницеле курином рубленом при охлаждении на воздухе в модельном варианте № 2 составил +130 КОЕ/г, при варианте № 3 — +210 КОЕ/г и при модельном варианте № 4 — +340 КОЕ/г.

В порции рыбы припущенной количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов при охлаждении в течение двух часов превышало в 4,3 раза КМАФАНМ, обнаруженное в мясной готовой продукции (бифштексе из говядины и шницеле курином). При увеличении времени охлаждения рыбы припущенной тенденция к размножению остаточной микрофлоры сохранялась. При повышении времени охлаждения до трёх часов (вариант № 2) количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов повышается на 27,8%, до четырёх часов (вариант № 3) — на 48%, до пяти часов (вариант № 4) — на 68,3% по сравнению с КМАФАНМ, определённым при охлаждении в первые два часа. Абсолютный темп прироста КМАФАНМ при времени охлаждения до трёх часов составил +50 КОЕ/г, до четырёх часов — +120 КОЕ/г, до пяти часов — +320 КОЕ/г. При сравнительной оценке уровня остаточной микрофлоры рыбы (минтай) через пять часов охлаждения по КМАФАНМ превышал на 44% уровень остаточной микрофлоры, обнаруженной в бифштексе из говядины, и на 9,8% — в шницеле курином рубленом.



Бифштекс из говядины, КМАФАНМ / Beef steak, QMAFANM
 Шницель куриный, КМАФАНМ / Chicken schnitzel, QMAFANM
 Рыба припущенная, КМАФАНМ / Common fish, QMAFANM

Рис. 2. КМАФАНМ, определяемое в замороженной продукции.

Fig. 2. Quantification of QMAFANM in frozen products.

При сроке хранения бифштекса из говядины, шницеля куриного рубленого, минтая припущенного в замороженном состоянии при температуре минус 18 °С в течение 90 дней независимо от времени предварительного охлаждения не выявлены санитарно-показательные, потенциально патогенные микроорганизмы: БГКП, *E. coli*, энтерококки, *S. aureus*, сульфитредуцирующие клостридии, бактерии рода *Proteus* и патогенные микроорганизмы *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*. На 90-е сутки в порциях исследуемой продукции отмечалось снижение КМАФАНМ до 10–20 КОЕ/г при предварительном времени охлаждения в течение первых трёх часов, что соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» по показателям микробиологической безопасности (рис. 2).

Обсуждение

Длительность процесса охлаждения до плюс 4 °С (нормативные требования — плюс 4 ± 2 °С) после тепловой обработки бифштекса из говядины, шницеля куриного рубленого, рыбы припущенной (минтай) в условиях холодильника при температуре плюс 2 °С составила два часа, при этом температура внутри продукта в течение одного часа снизилась на 60; 72 и 65 °С соответственно.

Увеличение времени охлаждения готовой продукции до температуры плюс 4 °С находилось в прямой зависимости от времени предварительного охлаждения её на воздухе в естественных условиях. Охлаждение продукции на воздухе в течение 1–2 ч и последующее охлаждение до плюс 4 °С в условиях холодильника при температуре плюс 2 °С составляет 3–4 ч, что соответствует требованиям п. 7.2.3 СанПиН 2.3/2.4.3590–20 и может быть разрешено для цеха порционирования готовой продукции, имеющего температуру воздуха плюс 15 °С, при строгом соблюдении персоналом санитарно-гигиенических требований. При максимальном времени охлаждения продукции на воздухе в течение трёх часов с последующим перемещением в холодильник для достижения температуры внутри продукта плюс 4 °С проходит пять часов, что превышает время, установленное нормативными требованиями. Охлаждение мясной и рыбной продукции в течение трёх часов не может быть рекомендовано для последующего порционирования бортового питания и может нести риск для здоровья пассажиров, что подтверждено микробиологическими исследованиями.

Следует отметить, что безопасность рыбной и мясной продукции по микробиологическим показателям, независимо от способа и времени охлаждения до температуры

плюс 4 °С, оставалась на уровне нормативных требований ТР ТС 021/2011. Вместе с тем анализ абсолютного темпа прироста количества мезофильных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в исследованных продуктах показал, что процесс размножения остаточной микрофлоры и шницеля куриного рубленого и рыбе припущенной (минтае) протекает на воздухе более активно, чем в бифштексе из говядины, что может быть связано с размером, составом продукта и скоростью движения среды.

Результаты исследования показали, что принятые режимы изготовления исследованных блюд общественного питания, достигающие за ограниченное время низкой пастеризации продукции, способствуют подавлению роста нетермостойкой вегетативной микрофлоры. Поэтому для сохранения качества и безопасности данной продукции требуется соблюдение обоснованных температурных режимов и времени реализации с целью снижения риска для здоровья потребителей.

С учётом срока реализации рыбной продукции, охлаждённой до плюс 4 ± 2 °С, который составляет 72 ч, и абсолютного темпа прироста остаточной микрофлоры количество мезофильных и факультативно-анаэробных микроорганизмов при условии охлаждения на воздухе при температуре воздуха плюс 20 °С в течение трёх часов может увеличиться до 1410 КОЕ/г, превысив нормативные показатели. Это создаст опасность рыбной продукции и потенциальный риск для здоровья авиапассажиров. Данный режим охлаждения продукции не может быть рекомендован к применению.

Продолжительность охлаждения на воздухе рыбной продукции и шницеля куриного рубленого не должна превышать двух часов с обязательным последующим достижением температуры внутри продукта плюс 4 °С. Использование порционных блюд в качестве бортового питания должно быть регламентировано временем полёта и соблюдением условий хранения — поддержанием температуры внутри продукции на уровне плюс 4 ± 2 °С.

Микробиологические исследования замороженных блюд — бифштекса из говядины, шницеля куриного рубленого, рыбы (минтае) припущенной — по истечении 90 сут хранения при температуре минус 18 °С подтвердили снижение КМАФАнМ до 20–10 КОЕ/г независимо от первоначального времени охлаждения продукции. Это подтверждает лучшую в микробиологическом отношении хранимостпособность замороженной продукции по сравнению с охлаждённой. При замораживании вода в продукте и в протоплазме микроорганизмов переходит в недоступное для метаболизма состояние, резко повышается осмотическое давление, прекращается диффузное перемещение растворимых в воде веществ, замедляются биохимические процессы, что при-

водит к нарушению жизнедеятельности микроорганизмов и полной их гибели. Замороженная продукция в течение 90 сут хранения остаётся безопасной с микробиологических позиций при условии её замораживания с исходным низким микробным обсеменением. Замороженная продукция может быть использована на протяжении такого срока хранения в условиях длительного полёта при соблюдении на борту самолёта холодного режима. При этом важно подтвердить качество продукции по органолептическим и санитарно-химическим показателям.

Заключение

1. По результатам микробиологических исследований метод охлаждения на воздухе готовой мясной и рыбной продукции не показал преимуществ перед горячим порционированием без предварительного охлаждения и динамики снижения температуры до требуемого значения. Данный метод может использоваться при строгом соблюдении требований тепловой обработки согласно технико-технологическим картам, сроков хранения при условии выполнения необходимых противоэпидемиологических мероприятий в цехе бортового питания.

2. Время охлаждения на воздухе после тепловой обработки для мясной и рыбной продукции не должно превышать двух часов для обеспечения соответствия продукции нормативным требованиям ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3./2.4.3590–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения» по микробиологическим показателям. Продукция может быть использована для последующего порционирования бортового питания при соблюдении усиленных требований к личной гигиене персонала.

3. Увеличение времени охлаждения на воздухе готовой мясной продукции при температуре воздуха плюс 20 °С до трёх часов приводит к увеличению времени охлаждения продукции до плюс 4 °С в пределах пяти часов, что не соответствует требованиям СанПиН 2.3./2.4.3590–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения». Данный режим не может быть рекомендован к применению.

4. Мясная и рыбная продукция после замораживания при температуре минус 18 °С и сроке хранения 90 сут по микробиологическим показателям соответствовала требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Замороженная продукция может быть использована для питания пассажиров в условиях длительного полёта воздушного судна при соблюдении установленных сроков годности и режимов хранения.

Литература

(п.п. 9–11, 17, 21, 22 см. References)

1. Шербаков Г.Д. Качество пищевых продуктов как фактор влияния на состояние здоровья населения. *E-Scio*. 2023; (3): 162–76. <https://elibrary.ru/djsxkl>
2. Микаилова О.М., Трухина Г.М., Попова А.Ю. Современные подходы к оценке безопасности бортового питания авиапассажиров и членов экипажей воздушных судов. *Пермский медицинский журнал*. 2008; (Прил.): 122–3.
3. Артемова Е.Н., Власова К.В. *Бортовое питание*. СПб.: Лань; 2017. <https://elibrary.ru/zbaehr>
4. ГОСТ Р 56747–2015. Организация и технология бортового питания. Требования. М.; 2015.
5. Хорошко А.М. Пути совершенствования организации питания пассажиров на железнодорожном транспорте. *Современные тенденции в экономике и управлении: Новый взгляд*. 2010; (5–2): 235–9. <https://elibrary.ru/rsqikp>
6. Сактаганова В.Д., Суворов О.А. Анализ перспектив развития организации контроля качества и безопасности на предприятии бортового питания. В кн.: *День науки: Сборник материалов конференции*. М.; 2017; 155–63. <https://elibrary.ru/zcgdnr>
7. Фурин А.О., Святкина Л.И. Бортовое питание — одна из разновидностей кейтеринга. В кн.: *Оценка качества и безопасности потребительских товаров: материалы VI Региональной научно-практической конференции молодых ученых*. Иркутск; 2013: 44–7. <https://elibrary.ru/sbmotf>
8. Тынчинский В.И. Направления развития мирового рынка бортового питания. *Научный журнал*. 2019; (3): 30–1. <https://elibrary.ru/dzwzku>
12. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011; 2011.
13. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы 2.3/2.4.3590–20. Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения; 2020.
14. Методические рекомендации МР 2.3.6. 0233–21. Предприятия общественного питания населения; 2021.
15. ГОСТ Р 51705.1–2001. Система качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов HACCP; 2001.
16. Попова А.Ю., Трухина Г.М., Микаилова О.М. Внедрение принципов HACCP на предприятии производства бортового питания. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(11): 1083–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-11-1083-1086> <https://elibrary.ru/xsnrtj>
18. Микаилова О.М. Особенности санитарно-эпидемиологического контроля качества бортового питания. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2011; (5): 36. <https://elibrary.ru/ofwrsd>

19. Трухина Г.М., Микаилова О.М. Особенности гигиенического обучения работников предприятий по приготовлению бортового питания для авиапассажиров и членов экипажей. *Здоровье населения и среда обитания* – 3НУСО. 2011; (7): 14–17. <https://elibrary.ru/nxxokb>
20. Полесский В.А., Немец М.Г., Красильщиков М.И., Баймурунова Г.О. Осипова Е.М. Программы и содержание профессионального гигиенического обучения работников предприятий пищевой промышленности. *Вопросы питания*. 2009; 78(5): 20–3. <https://elibrary.ru/kxyrpf>
23. Большаков С.А. *Холодильная техника и технология продуктов*. М.: Академия; 2003.
24. Минаева Т.В., Минаева Л.В., Кравцова Е.В. Исследование особенностей метода охлаждения пищевых продуктов. *ЕСУ Технические науки*. 2016; (4–2): 83–4. <https://elibrary.ru/xcmfjn>
25. Минаева Т.В., Алексеев Г.В. Рассмотрение процессов хранения продуктов, разработка и расчет аппарата кратковременного хранения плодов и овощей сферической формы. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия. Процессы и аппараты пищевых производств*. 2014; (3): 145–51. <https://elibrary.ru/sufpal>

References

1. Shcherbakov G.D. Food quality as a factor influencing the state of health of the population. *E-Scio*. 2023; (3): 162–76. <https://elibrary.ru/djsxkl> (in Russian)
2. Mikailova O.M., Trukhina G.M., Popova A.Yu. Modern approaches to assessing the safety of on-board meals for air passengers and crew members of aircraft. *Permskii meditsinskii zhurnal*. 2008; (Suppl.): 122–3. (in Russian)
3. Artemova E.N., Vlasova K.V. *Onboard Meals [Bortovoe pitanie]*. St. Petersburg: Lan'; 2017. <https://elibrary.ru/zbaehr> (in Russian)
4. GOST r 56747–2015. Organization and technology of aircraft power supply. Requirements. Moscow; 2015. (in Russian)
5. Khoroshko A.M. Ways to improve the organization of passenger meals in railway transport. *Sovremennye tendentsii v ekonomike i upravlenii: Novyi vzglyad*. 2010; (5–2): 235–9. <https://elibrary.ru/rsqikp> (in Russian)
6. Saktaganova V.D., Suvorov O.A. Analysis of the prospects for the development of the organization of quality control and safety at the on-board enterprise. In: *Science Day: Collection of Materials of the Conference [Den' nauki: Sbornik materialov konferentsii]*. Moscow; 2017: 155–63. <https://elibrary.ru/zcgdnf> (in Russian)
7. Furin A.O., Svyatkina L.I. Onboard food is one of the varieties of catering. In: *Assessment of the Quality and Safety of Consumer Goods: Materials of the VI Regional Scientific and Practical Conference of Young Scientists [Otsenka kachestva i bezopasnosti potrebitel'skikh tovarov: materialy VI Regional'noi nauchnoi-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh]*. Irkutsk; 2013: 44–7. <https://elibrary.ru/sbmotf>
8. Tykhinskii V.I. Directions of development of the global on-board food market. *Nauchnyi zhurnal*. 2019; (3): 30–1. <https://elibrary.ru/dzwzku> (in Russian)
9. Sundarakani B., Razzak H.A., Manikandan S. Creating a competitive advantage in the global flight catering supply chain: a case study using SCOR model. *Int. J. Logist. Res. Appl.* 2018; 21(25): 1–21. <https://doi.org/10.1080/13675567.2018.1448767>
10. Axtman S.J., Wilck J.H. A review of aviation manufacturing and supply chain processes. *J. Supply Chain Manag.* 2015; 4(4): 22–7.
11. Lin W. Catering for flight: Rethinking aeromobility as logistics. *Environ. Plan. Soc. Space*. 2017; 36(4): 683–700. <https://doi.org/10.1177/0263775817697977>
12. Technical Regulations of the Customs Union TR CU 021/2011; 2011. (in Russian)
13. Sanitary and epidemiological rules and norms 2.3/2.4.3590–20. Sanitary and epidemiological requirements for the organization of public catering of the population; 2020. (in Russian)
14. Methodological recommendations 2.3.6. 0233–21; 2021. (in Russian)
15. GOST R 51705.1–2001. Quality system. Food quality management based on HACCP principles; 2001. (in Russian)
16. Popova A.Yu., Trukhina G.M., Mikailova O.M. Introduction of hazard analysis and critical control points (HACCP) principles at the flight catering food production plant. *Gigiena i Sanitariia (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2016; 95(11): 1083–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-11-1083-1086> <https://elibrary.ru/xsnrtj> (in Russian)
17. WHO. Global strategy for food safety 2022–2030: towards stronger food safety systems and 2022–2030 cooperation. Geneva; 2022.
18. Mikailova O.M. Features of sanitary and epidemiological control of the quality of on-board nutrition. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii*. 2011; (5): 36. <https://elibrary.ru/ofwrsd> (in Russian)
19. Truhina G.M., Mikailova O.M. Features of hygienic training of workers of enterprises concerned with preparation of onboard food for air passengers and members of crews. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya* – ZNiSO. 2011; (7): 14–7. <https://elibrary.ru/nxxokb>
20. Polesky V.A., Nemets M.G., Krasilshchikov M.I., Baymurunova G.O., Osipova E.M. Programs and contents of professional hygienic training for workers of food processing industry enterprises. *Voprosy pitaniya*. 2009; 78(5): 20–3. <https://elibrary.ru/kxyrpf>
21. FAO. The right to food and the responsibilities of states: guidelines for implementation; 2015. Available at: <https://www.fao.org/3/ap554e/ap554e.pdf>
22. FAO. Principles for responsible agricultural investments; 2014. Available at: <https://www.fao.org/3/au866e/au866e.pdf>
23. Bolshakov S.A. *Refrigeration and Product Technology [Kholodil'naya tekhnika i tekhnologiya produktov]*. Moscow: Akademiya; 2003. (in Russian)
24. Minaeva T.V., Minaeva L.V., Kravtsova E.V. Study of the features of the food cooling method. *ESU Tekhnicheskie nauki*. 2016; (4–2): 83–4. <https://elibrary.ru/xcmfjn> (in Russian)
25. Minaeva T.V., Alexeev G.V. Consideration of storage products and design and dimensioning machine short-time storage of fruits and vegetables a spherical shape. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya. Protsesty i apparaty pishchevykh proizvodstv*. 2014; (3): 145–51. <https://elibrary.ru/sufpal> (in Russian)

Сведения об авторах

Трухина Галина Михайловна, доктор мед. наук, профессор, зав. отд. микробиологических методов исследования окружающей среды ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия. E-mail: trukhina@list.ru

Борисова Наталья Андреевна, науч. сотр. отд. микробиологических методов исследования окружающей среды ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия. E-mail: borisova.na@fncg.ru

Микаилова Ольга Михайловна, канд. мед. наук, руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Московской области, 141014, Мытищи, Россия. E-mail: mikailova-om@yandex.ru

Дрозд Николай Анатольевич, главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области», 141014, Мытищи, Россия. E-mail: drozdnick@yandex.ru

Information about the authors

Galina M. Trukhina, DSc (Medicine), Professor, Head of the Department of Microbiological Methods of Environmental Research, Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-9955-7447> E-mail: trukhina@list.ru

Natalya A. Borisova, researcher, Department of Microbiological Methods of Environmental Research, Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1622-1652> E-mail: borisova.na@fncg.ru

Olga M. Mikailova, PhD (Medicine), Head of the Office of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-3842-6368> E-mail: mikailova-om@yandex.ru

Nikolay A. Drozd, chief physician at the Center for Hygiene and Epidemiology in the Moscow Region, Mytishchi, 141014, Russian Federation. E-mail: drozdnick@yandex.ru